

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 37 17 871 A1**

⑤ Int. Cl. 4:
A61 B 19/00

A 61 B 6/03
A 61 B 8/14
A 61 B 5/05

⑳ Aktenzeichen: P 37 17 871.7
㉑ Anmeldetag: 27. 5. 87
㉒ Offenlegungstag: 22. 12. 88

DE 37 17 871 A1

㉓ Anmelder:
Schlöndorff, Georg, Prof. Dr., 5106 Roetgen, DE
㉔ Vertreter:
Klein, F., Pat.-Ass., 6750 Kaiserslautern

㉕ Erfinder:
Schlöndorff, Georg, Prof. Dr., 5106 Roetgen, DE;
Mösges, Ralph, Dipl.-Ing. Dr.med., 8000 München,
DE; Meyer-Ebrecht, Dietrich, Prof. Dr.-Ing., 5100
Aachen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur optischen Darstellung eines chirurgischen Eingriffes

Während eines chirurgischen Eingriffes, insbesondere im Kopfbereich, mittels eines freihändig geführten Operationsinstrumentes bestehen häufig Orientierungsprobleme, wo sich der exakte wirksame Bereich bzw. die Spitze des chirurgischen Instrumentes bewegt. Diese Unsicherheit soll durch ein Verfahren und eine Vorrichtung zur optischen Darstellung eines chirurgischen Eingriffes vermieden werden. Erreicht wird dies im wesentlichen dadurch, daß die mit zumindest drei Meßpunkten am Patienten versehenen Schichtbildaufnahmen in einem Computer abgespeichert und an einem Ausgabegerät darstellbar sind, wobei ferner über eine Koordinatenmeßvorrichtung, d. h. eine Abtasteinrichtung, auch während des Eingriffes die Lage der drei Meßpunkte sowie die Lage des chirurgischen Instrumentes ermittelt und mit den jeweiligen Schichtbildaufnahmen überlagert auf dem Ausgabegerät dargestellt werden kann. Das Verfahren und die Vorrichtung (Koordinatenmeßvorrichtung) eignet sich insbesondere zur Darstellung von chirurgischen Eingriffen.

DE 37 17 871 A1

Patentansprüche

1. Verfahren zur optischen Darstellung eines chirurgischen Eingriffes unter Verwendung von chirurgischen Instrumenten, wobei von dem jeweiligen Körperteil Schichtaufnahmen angefertigt werden, dadurch gekennzeichnet,

- a) daß am betreffenden Körperteil mindestens drei Meßpunkte markiert, befestigt, ausgemessen oder festgelegt werden,
- b) daß vom Körperteil Schichtaufnahmen angefertigt werden, die die Meßpunkte enthalten und die einem Computer eingegeben werden,
- c) daß mit einer Abtasteinrichtung einer Vorrichtung (Koordinatenmeßvorrichtung) zum digitalen Erfassen der Lage von Punkten im Raum die Meßpunkte ermittelt und dem Computer eingegeben werden,
- d) daß die Stellung des Instrumentes im Raum durch eine Abtasteinrichtung (Koordinatenmeßvorrichtung) erkannt und dem Computer übermittelt wird,
- e) daß der Computer die Bildinhalte der Schichtaufnahmen mit den Informationen der Koordinatenmeßvorrichtung zur Deckung bringt, wobei die Meßpunkte beider sich überdecken,
- f) daß der Computer auf einem Ausgabegerät, insbesondere einem Bildschirm, ein Bild erzeugt, das die Bildinhalte der Schichtaufnahmen und die Koordinatenmeßvorrichtung in der einander überdeckenden Fassung aufweist und das Bild ferner die Lage der Spitze oder des wirksamen Bereiches des chirurgischen Instrumentes anzeigt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum digitalen Erfassen der Lage der Meßpunkte und der Stellung des chirurgischen Instrumentes im Raum eine gemeinsame Abtasteinrichtung (Koordinatenmeßvorrichtung) vorgesehen ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtasteinrichtung (Koordinatenmeßvorrichtung) mit einem chirurgischen Instrument lösbar verbunden bzw. befestigt ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß während des Bewegens des chirurgischen Instrumentes im Körperteil auf dem Ausgabegerät stets nacheinander die Schichtaufnahme dargestellt wird, in der sich der wirksame Bereich des Instrumentes jeweils befindet.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß wahlweise die oder eine der nächsten Schichtaufnahmen auf dem Ausgabegerät dargestellt werden bzw. darstellbar sind, die sich unter-, ober- bzw. außerhalb oder seitlich des wirksamen Bereiches des Instrumentes befinden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtasteinrichtung (Koordinatenmeßvorrichtung) zum Befestigen der Instrumente eine Kupplung enthält, die voneinander abweichende Kupplungshälften der Instrumente aufnehmen, und daß die Abweichungen eine Information erzeugen, die anzeigt, welche Instru-

tenart befestigt ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Information an den Computer weitergegeben wird, der hieraus die Lage des wirksamen Bereiches des Instrumentes berechnet und entsprechend auf dem Ausgabegerät anzeigt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die mit dem Instrument entfernbaren Bereiche des Körperteiles mittels des Instrumentes nach Art einer Hüllkurve umfahrbar sind, und daß die so gewonnenen Daten an den Computer weitergegeben werden, um diese Änderung zusätzlich zu bzw. nach entsprechender Änderung der ursprünglich gespeicherten Daten der Schichtaufnahmen auf dem Ausgabegerät anzuzeigen.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Markierungspunkte in zeitlichen Abständen über die Abtasteinrichtung (Koordinatenmeßvorrichtung) überprüft und dazu die entsprechenden Daten in den Computer eingegeben und auf dem Ausgabegerät die sich aufgrund einer möglichen Korrektur ergebenden tatsächlichen Schichtaufnahmen dargestellt werden.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur optischen Darstellung eines chirurgischen Eingriffes nach dem Oberbegriffes des Anspruches 1 bzw. des Anspruches 10:

Bei vielen Operationen, insbesondere im Kopfbereich, können Probleme bezüglich der Orientierung während der Operation aufgrund der individuellen Anatomievarianten auftreten. Es gibt zahlreiche Eingriffe, bei denen ein erhöhtes Risiko allein wegen des Problems einer umfassenden exakten Orientierung während des Eingriffes festzustellen sind.

Die fortlaufende Information über die Lage von Operationsinstrumenten im jeweiligen Körperteil, insbesondere die Kenntnis über den räumlichen Abstand zu verletzlichen Strukturen, wie beispielsweise Blutgefäßen, Lymphgefäßen, Nerven etc. erhöht die Sicherheit beim Operieren.

Um sich bei Operationen im menschlichen Körper orientieren zu können, werden bislang herkömmliche Röntgenaufnahmen, Computertomographie-Aufnahmen und/oder in Ausnahmefällen auch intraoperative Durchleuchtungen ver- bzw. angewandt.

In den Röntgenaufnahmen werden primär knöcherne Strukturen dargestellt. Es ist daher üblich, sich die höher verdichtete Information von Computertomogrammen zur Operationsplanung zunutze zu machen. Die Umsetzung des Röntgenbefundes in operatives Vorgehen geschieht durch den Operateur. Dieser überprüft intraoperativ die exakte Lage des Operationsinstrumentes visuell. Gelegentlich wird das Operationsgebiet auch ausgemessen oder durchleuchtet. Letzteres ist mit allen Nachteilen konventioneller Röntgentechnik und höherer Strahlenbelastung für Patient und Operateur verbunden. Als weiterer schwerwiegender Nachteil bleibt festzuhalten, daß bei einer intraoperativen Seitdurchleuchtung bei der dadurch erhältlichen Abbildung die räumlichen Verhältnisse in dem zu operierenden Körperbereich nur überlagert dargestellt werden können.

Es bedarf einer äußerst umfangreichen Erfahrung, um daraus zumindest annähernd exakte Rückschlüsse auf die tatsächlichen räumlichen Gegebenheiten anzustellen.

Eine fortlaufende sichere Information über die Lage des Operationsinstrumentes in Bezug zum Krankheitsherd ist aber damit jedoch nicht möglich.

Alternativ zu den konventionellen Methoden besteht heute die Möglichkeit auf rechnerunterstützte Lageinformationen zurückzugreifen.

Im Bereich der Neurochirurgie werden stereotaktische Operationen mit Hilfe eines Lokalisationsrahmens und eines Instrumentenhalters ausgeführt.

Entsprechende Vorrichtungen sind beispielsweise aus der DE-OS 32 05 085, der US-PS 44 65 069, der EP-A-02 07 452, der EP-A-00 18 166 und der DE-OS 32 05 915 bekannt. Ein spezifischer V-förmiger Rahmen ist auch aus der US-PS 45 83 538 bekannt geworden, der aber nicht auf dem Gebiet der Neurochirurgie, sondern für entsprechende Operationen im Brustkorbbereich ausgebildet und angepaßt ist.

Die stereotaktische Chirurgie ist ein Teilgebiet der Neurochirurgie und betrifft eine Klasse von Operationen, bei welchen Sonden, wie beispielsweise Kanülen, Nadel, Klemmen oder Elektroden an Gehirnstellen oder anderen verdeckten anatomischen Zielen angebracht werden sollen, die von außen her nicht sichtbar sind. Der stereotaktische Rahmen dient dabei als eine Art "Führungsvorrichtung", die in der Human-Neurochirurgie verwandt wird, um ein Instrument zu einem speziellen Punkt innerhalb des Gehirnes durch eine kleine Öffnung in die Schädeldecke mit Hilfe radiographischer oder anderer Sichtbarmachung von Bezugspunkten zu führen. Dabei soll die Hinführung des Instrumentes an einen exakten vorbestimmten Punkt so genau als möglich erfolgen. Wenn man also den Rahmen oder die Vorrichtung an der Schädeldecke anbringt, dann kann man die Sonde zu einem gegebenen topographischen Punkt innerhalb des Schädels vorwärts bewegen. Der exakte Punkt wird dann aus der ermittelten Distanz und der Richtung zwischen dem wahrgenommenen Bezugspunkt und dem gewünschten Ziel in Bezug auf das Koordinatensystem der stereotaktischen Vorrichtung errechnet. Durch lineares Verschieben des Instrumentes, welches über dem im Rahmen gehaltenen Instrumentenhalter exakt ausgerichtet ist, wird dann an dem gewünschten Punkt eine Probe entnommen, eine lokale Läsion gesetzt oder Strahlungsmaterial implantiert.

Derartige Methoden werden weiterentwickelt, um sie weitgehend zu automatisieren oder um beispielsweise einen Laserkoagulator zu verwenden. Nach einem aus CT-Aufnahmen gewonnenen Plan können punktförmige Läsionen gesetzt werden. Diese bekannten Verfahren und Vorrichtungen bedürfen weiterhin des Einsatzes eines am Kopf fest justierten Rahmens. Dabei muß ferner bedacht werden, daß ein exakter Sitz des Rahmens nur dadurch erzielbar ist, daß zumindest drei Schrauben bis in den Schädelknochen fest eingedreht werden.

Aus der Zeitschriften-Veröffentlichung "Neurosurgery, Volume 65, October 1986, Seite 445 ff." ist auch eine berührungsfreie, d.h. rahmenlose Messung zur Erzielung einer rechnerunterstützten Lageinformation eines Instrumentes bekannt. Bei diesem Verfahren wird über drei akustische Signalgeber mittels Funkstrecken und insgesamt vier Empfängern die exakte Lage eines Operationsmikroskopes festgestellt. Darüber können dann die vorher abgespeicherten Computertomographiauf-

nahmen auf die Fokusebene des Operationsmikroskopes projiziert werden, um eine entsprechende Hilfestellung während der Operation zu geben.

Aber auch bei diesem Verfahren handelt es sich grundsätzlich — wie in der Vorveröffentlichung auch erwähnt wird — um ein stereotaktisches Chirurgiesystem, das nur punktuell arbeitet, bei dem der Arbeitspunkt linear angefahren wird, und daß zudem im wesentlichen nur im Bereich des Hirnschädels und nicht jedoch im knöchernen Schädel eingesetzt wird. Dies mag auch darin begründet liegen, daß die angegebene Genauigkeit von über 2 mm unzureichend ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es von daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, das bzw. die erstmals eine Darstellung der vorher gewonnenen Schichtaufnahmen zusammen mit fortlaufender Darstellung der Lage eines freihändig geführten Operationsinstrumentes in einem dreidimensionalen Modell des Körperteiles auf dem Bildschirm erlaubt.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß bezüglich des Verfahrens entsprechen den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 und bezüglich der Vorrichtung entsprechend den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 10 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch die vorliegende Erfindung werden gegenüber dem Stand der Technik wesentliche Vorteile erzielt. Erstmals ist es möglich, ständig auf einem Visualisierungssystem das Operationsgebiet und seine Umgebung dreidimensional oder in Form vom Operateur frei wählbaren Schnitten darzustellen, wobei gleichzeitig fortlaufend die Position des Operations-Instrumentes in die Darstellung des Operationsgebietes miteingeblendet wird.

Da die Position ständig aus den Koordinaten des Instrumentenhalters bzw. der zugeordneten Koordinatenmeßvorrichtung berechnet wird, ist dadurch ein erneutes Röntgen auch während der Operation überflüssig. Die Röntgendosen werden auch dadurch gegenüber dem Stand der Technik (intraoperative Seidurchleuchtung) verringert. Es können aber auch andere Schichtbild-Verfahren, wie beispielsweise die Kernspintomographie angewandt werden.

Besonders vorteilhaft läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung im Bereich des Gesichtsschädels (aber nicht nur dort) einsetzen.

Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich nachfolgend aus dem anhand von Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiel. Dabei zeigen im einzelnen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung zur Aufnahme einer Computertomographie;

Fig. 2 die anhand der Computertomographie hergestellten Schichtbildaufnahmen;

Fig. 3 eine Koordinatenmeßvorrichtung in Form eines Galgens mit verbundenem chirurgischem Instrument;

Fig. 4 einen Computer mit Graphikbildschirm;

Fig. 5 eine erfindungsgemäß aufgearbeitete überlagernde Darstellung des chirurgischen Instrumentes mit einem Schichtbild.

In Fig. 3 ist eine Koordinatenmeßvorrichtung 1 in Form eines Galgens 3 gezeigt. An dem Galgen 3 ist ein chirurgisches Instrument 5 in allen drei Dimensionen beweglich angebracht. Über mehrere einzelne bewegliche Gliederarme kann das chirurgische Instrument 5 in

weiten Bereichen völlig unbehindert angehoben, gesenkt, geneigt, winkelig verstellt und vorgeschoben werden. Jede der Bewegungen kann über geeignete Meßinstrumente exakt und genau festgestellt und in einen Computer 7 gegeben und dort abgespeichert werden.

Der weitere Aufbau und die Funktionsweise der Vorrichtung sowie das zugehörige Verfahren wird nachfolgend anhand eines typischen Ablaufes näher erläutert.

Zunächst wird eine zu behandelnde Person (wie in Fig. 1 dargestellt) zur Aufnahme mehrerer Schichtbilder in ein geeignetes Schichtbild-Aufnahmegerät geschoben. Beispielsweise können hier Computertomographie-Aufnahmen oder beispielsweise Kernspintomographien hergestellt werden.

In Fig. 2 sind schematisch die entsprechend gemäß Fig. 1 aufgenommenen Schichtbilder 8 dargestellt.

Vor der Aufnahme sind in dem interessierenden Bereich einer zu operierenden Person zumindest drei Meßpunkte markiert, befestigt, ausgemessen oder festgelegt. Diese Meßpunkte sind in Fig. 1 mit Bezugszeichen 11 versehen. Dort sind zwei Meßpunkte dargestellt. Zwei liegen im Bereich der Ohren, während der dritte beispielsweise durch den unten auslaufenden Spalt zwischen den beiden oberen Schneidezähnen gebildet sein kann.

Sofern aufgrund der tatsächlichen Verhältnisse nicht bestimmte Meßpunkte festgelegt werden können, so können auch beispielsweise kleine Keramikteilchen an vorbestimmten Stellen als Meßpunkt eingesetzt und angebracht werden. Keramikteilchen eignen sich insbesondere, weil diese bei den entsprechenden Aufnahmen keine Reflektion hervorrufen.

Die erwähnten Meßpunkte 11 sind also auf den in Fig. 2 wiedergegebenen Schichtbildern an der betreffenden Stelle bzw. Lage abgebildet und von den Daten her mitumfaßt.

Ansonsten werden die gesamten, eine räumliche Struktur wiedergebende Schichtbilddaten in dem Computer 7 in einem entsprechenden Speicher abgespeichert.

Zur Vorbereitung einer durchzuführenden Operation wird der Patient auf einem Operationstisch liegend gehalten und justiert. Vor Durchführung der Operation wird zunächst über die erwähnte Koordinatenmeßvorrichtung 1 die Lage der drei am Patienten angebrachten und befestigten bzw. festgelegten Meßpunkte 11 festgestellt und mit der Lage der Meßpunkte 11 im Speicher im Computer 7 überprüft. Durch entsprechende Berechnung können die am Operationstisch in ihrer Lage festgestellten Meßpunkte 11 so in Übereinstimmung mit den abgespeicherten Daten der Meßpunkte 11 gebracht werden, daß nunmehr eine exakte Zuordnung der abgespeicherten Schichtbilddaten mit der konkreten räumlichen Lage des Patienten und v. a. des chirurgischen Instrumentes vorgenommen werden kann.

Nachdem über die Koordinatenmeßvorrichtung die drei Meßpunkte 11 beispielsweise über ein gehaltenes chirurgisches Instrument 5 angefahren und dadurch letztlich die exakte, räumliche Zuordnung zwischen chirurgischem Instrument und Patient in Übereinstimmung mit den gespeicherten Schichtaufnahmen hergestellt worden sind, kann mit der Operation begonnen werden. In diesem Falle wirkt die Koordinatenmeßvorrichtung 1 gleichzeitig als Trag- und Führungseinrichtung für das chirurgische Instrument 5. Größe und wirksamer Bereich bzw. Spitze des chirurgischen Instrumentes sind bereits vorher ebenfalls in den Computer eingespeichert, so daß nunmehr bei einer Bewegung und einem

entsprechenden Eingriff die Spitze bzw. der wirksame Bereich des chirurgischen Instrumentes 5 über die Koordinatenmeßvorrichtung 1 bei jeder auch noch so kleinen Bewegung oder/und Winkelbewegung erfaßt und mittels des Computers 7 festgestellt werden kann. Diese erfaßte Bewegung des chirurgischen Instrumentes 5 wird dann über den Computer auf dessen Ausgabegerät 13, beispielsweise einen Bildschirm, gemeinsam mit der jeweils aktuellen Schichtbildaufnahme abgebildet.

Dabei kann die Koordination derart erfolgen, daß bei jedem weiteren Verschieben, Eindringen oder Verdrehen des chirurgischen Instrumentes automatisch auf dem Ausgabegerät neben dem chirurgischen Instrument, d.h. dessen wirksamen Bereich bzw. Spitze nacheinander jeweils die Schichtaufnahme automatisch dargestellt wird, in der sich der wirksame Bereich des Instrumentes jeweils befindet. Dadurch wird für einen Operateur die maximale Information darüber vermittelt, an welchem exakten Bereich er sich während der Operation befindet.

Die Hilfe über die geschilderte Vorrichtung kann noch dadurch erhöht werden, daß beispielsweise je nach Bedarf eine der jeweils weiter tiefer liegenden nächsten Schichten vorab auf dem Bildschirm dargestellt werden kann, um schon vorher zu überlegen, in welcher Richtung nachfolgend das chirurgische Instrument weiter fortbewegt werden soll. Auch hierdurch wird die Sicherheit gegenüber herkömmlichen Verfahren und Vorrichtungen drastisch verbessert.

Die geschilderte Koordinatenmeßvorrichtung 1 dient also im vorliegenden Fall nicht nur zur Positionserfassung des Operations-Instrumentenhalters bzw. des Instrumentes selbst, sondern auch zur Erfassung der drei Meßpunkte 11. Dies bietet den weiteren Vorteil, daß auch während der Operation jederzeit überprüft werden kann, ob die exakte Lage des Patienten beibehalten worden ist. Dazu müssen lediglich über ein Instrument die drei Meßpunkte 11 auch während der Operation abgefahren und die entsprechende Lagedaten unter Berührung des Instrumentes jeweils in den Computer eingegeben werden. Sollte eine leichte Lageveränderung des Computers festgestellt worden sein, so kann diese Lageveränderung sofort rechnerisch erfaßt und das auf dem Ausgabegerät 13 dargestellte Bild korrigiert werden.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist das chirurgische Instrument 5 der Koordinatenmeßvorrichtung 1 am Galgen 3 lösbar angebracht bzw. mit diesem verbunden. Möglich ist aber genauso, daß das chirurgische Instrument kontaktlos über eine "Ortungsvorrichtung", also eine Koordinatenmeßvorrichtung ständig überwacht wird und dadurch die exakten Lagekoordinaten der Spitze bzw. des wirksamen Bereiches des Instrumentes festgestellt und an den Computer weitergeleitet werden. Dies kann durch beispielsweise drei räumlich angeordnete Sonden und drei Detektoren erfolgen.

Ob dabei die Lagekoordinaten-Feststellung aufgrund eines akustischen oder optischen oder elektromagnetischen Weges erfolgt (z. B. oberhalb oder unterhalb des Lichtwellenbereiches), hängt vom Einzelfall ab.

Werden mit dem chirurgischen Instrument während der Operation bestimmte Körperteile entfernt, so kann durch Abfahren der entfernten Teile in Form einer Hüllkurve die so gewonnenen Daten auch während der Operation in den Computer eingespeichert und entsprechend diesen Daten die vor der Operation gewonnenen Schichtbilddaten entsprechend korrigiert werden. Damit lassen sich auf dem Ausgabegerät 13 die aktuellen,

während der Operation geänderten Verhältnisse darstellen und reproduzieren.

Darüber hinaus kann die Koordinatenmeßvorrichtung 1, im gezeigten Ausführungsbeispiel der Instrumentenhalter mit Positionserfassung, mit einer Kupplung zum Einsetzen und Verbinden unterschiedlicher chirurgischer Instrumente versehen sein. In diesem Falle sollen die chirurgischen Instrumente mit einer bestimmten Indexkodierung versehen sein, die beim Einstecken in die Kupplung sofort die unterschiedlichen Instrumente sofort "erkennt" und dann die entsprechenden gespeicherten Daten dieses Instrumentes im Computer abrufen. Über diese Indexerfassung lassen sich bereits vorher festgelegte Werte über die Größe und Länge des chirurgischen Instrumentes bzw. dessen wirksamen Bereich wieder abrufen, so daß bei jedem eingesteckten chirurgischen Instrument bei einer entsprechenden Stellung des Instrumentenhalters im Computer sofort die Lage der Spitze bzw. des wirksamen Bereiches des Instrumentes festgelegt sind.

Durch die Koordinatenmeßvorrichtung 1 zur Erfassung der Meßpunkte und der Lage des chirurgischen Instrumentes 5 sowie den Computer 7, mittels dessen die voreingespeicherten Schichtbilddaten mit den aktuellen Lagedaten des chirurgischen Instrumentes auf einem Ausgabegerät 13 überlagerbar sind, wird somit jederzeit der exakte Ort eines chirurgischen Instrumentes während eines Eingriffes angezeigt.

30

35

40

45

50

55

60

65

3717871

Nummer:

Int.-Cl.4:

Anmeldetag:

Offenlegungstag:

37 17 871

A 61 B 19/00

27. Mai 1987

22. Dezember 1988

17

